

Кожевникова Мария Владимировна

*Может*

**ВЫДЕЛЕНИЕ ФЛОРИСТИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ НА  
ЛАНДШАФТНОЙ ОСНОВЕ СРЕДСТВАМИ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ  
ТЕХНОЛОГИЙ.**

03.00.16 — экология

**АВТОРЕФЕРАТ**

**диссертации на соискание ученой степени  
кандидата биологических наук**

Казань 2000

Работа выполнена на кафедре ландшафтной экологии экологического факультета Казанского государственного университета.

Научные руководители:

НАУЧНАЯ БИБЛИОТЕКА  
КФУ



0000947881

Кандидат биологических наук, доцент  
РОГОВА Т.В.,

Кандидат физико-математических наук, доцент  
САВЕЛЬЕВ А.А.

Официальные оппоненты:

доктор биологических наук, профессор  
ТУГАНАЕВ В.В.

кандидат биологических наук, доцент  
ДОБРЕЦОВА Т.Н.

Ведущая организация: Институт экологии природных систем ТАН

Защита состоится 10 октября 2000 г. в 13<sup>00</sup> часов на заседании диссертационного совета К.053.29.24 при Казанском государственном университете по адресу 420008, г. Казань, ул. Кремлевская, 18.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Казанского государственного университета

Автореферат разослан

15 сентября 2000 г.

Ученый секретарь диссертационного совета,

доктор химических наук

Г.А. Евтюгин.

Актуальность темы. С ростом влияния человека на окружающую среду все острее встает вопрос об оценке и прогнозе ее состояния, определении степени нарушенности, планировании нагрузок на природные комплексы.

В связи с этими вопросами одним из наиболее удобных объектов исследования является растительный покров, поскольку он адекватно отражает состояние окружающей природной среды. Переходя к вопросам прогнозирования состояния окружающей среды, невозможно обойтись лишь изучением растительности, необходимо проводить и флористические исследования. Растительность хорошо отражает современное состояние физико-географических условий, флора более консервативна, и изменение ее состава происходит лишь при значительных как по интенсивности, так и по продолжительности колебаниях внешних факторов. Поэтому изменение в составе флоры, а также в ее топологии и хорологии позволяет говорить о значительных изменениях окружающей среды.

Антропогенно обусловленная дигрессивно-демутационная динамика растительного покрова, накладываемая на континуальное распределение видовых популяций по градиентам среды, определяет формирование флористических комплексов и их топологическое проявление, в соответствующем определенном типе местообитания, которое может быть охарактеризовано комплексом экологических факторов, в нем проявляющихся.

Таким образом, флористические исследования, включающие в себя инвентаризацию флоры, а так же исследование закономерностей ее хорологии становятся неотъемлемой частью современной концепции мониторинга окружающей среды.

Сбор и систематизацию информации по флоре, целесообразно, ввиду большого объема, вести в составе географической информационной системы (ГИС), применение которой дает возможность на основе фактических локальных данных создавать пространственные информационные модели (в частности модели распространения отдельных видов растений, флористических

комплексов и т. п.). Геоинформационные технологии могут быть использованы и для решения объективно трудной для исследователя задачи определения границ территориальных флористических комплексов и соответствующих им геосистем.

### Цели и задачи исследования.

Целью настоящей работы является выявление закономерностей хорологии флоры высших сосудистых растений в пределах Раифского участка Волжско-Камского Государственного Природного Заповедника (ВКГПЗ), выделение территориальных флористических комплексов топологического уровня.

Для достижения данной цели были поставлены следующие задачи:

1. Разработка методики типологического и топологического выделения флористических комплексов на основании подробных данных о составе флоры и ее пространственном распределении.
2. Выделение флористических комплексов на территории Раифского участка ВКГПЗ.
3. Анализ полученных комплексов с целью выявления их однородности внутри типа, изучение структурированности и расположения в пространстве относительно друг друга.
4. Проведение сравнительного анализа карт выделенных комплексов с другими видами карт, составленными на эту же территорию.

### Теоретическая значимость и научная новизна.

Научная новизна работы состоит в применении методов флористического районирования (конкретно метода сгущения и наложения границ ареалов) для выделения при крупномасштабных исследованиях территориальных единиц флор — флористических комплексов, позволяющих проводить анализ их хорологии и типологии. В ходе решения задачи используются геоинформационные методы (в том числе методы геостатистики, такие как построение и использование для моделирования вариограмм). Для выявления



внутренней неоднородности выделяемых объектов использованы методы нечеткой логики и нечетких множеств.

На практике полученные знания возможно применить при ведении кадастров лекарственных, редких и охраняемых видов растений, прогнозировании их распространения путем построения пространственных информационных моделей; определения районов потенциального нахождения редких видов растений, оптимизации исследования растительных ресурсов.

**Основные положения, выносимые на защиту:**

1. Методика выделения территориальных флористических комплексов, основанная на совмещении и наложении границ ареалов диагностических видов, с использованием аппарата нечетких множеств и нечеткой логики применительно к задачам крупномасштабного флористического картирования.
2. Внутренняя пространственная структурированность комплексов, положение границы между «ядром» и «коридором» для каждого типологически и топологически индивидуального комплекса.
3. Топология выделенных единиц, их соответствие растительным формациям, типам леса, элементам ландшафта исследуемой территории.

**Апробация**

Основные положения диссертации докладывались и обсуждались на Всероссийской научной конференции «Современная география и окружающая среда» (Казань, 1996); совещании «Компьютерные базы данных в ботанических исследованиях» (С.-Петербург, 1997); V рабочем совещании по сравнительной флористике (Ижевск, 1998); научных семинарах Итало-Российского Института экологических исследований и образования (Палермо, 1999); научных семинарах кафедры ландшафтной экологии КГУ (Казань, 1999); ежегодных конференциях профессорско-преподавательского состава и аспирантов КГУ

(Казань, 1996, 2000); Международной конференции к 100-летию со дня рождения Е.М. Лавренко (С-Петербург, 2000)

Публикации. По теме диссертации опубликовано 4 научные работы, 2 находятся в печати.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, 6 глав, выводов, списка литературы и приложения. Работа изложена на 144 страницах машинописного текста, включает 16 таблиц, 34 рисунка. Работа В Приложении на 43-х страницах приведен список сосудистых растений Раифского участка ВКГПЗ. Библиография включает 120 наименований, в том числе 10 на иностранных языках.

### Содержание работы

Во введении обоснована актуальность диссертационной работы, сформулированы цели и задачи исследования, показана ее научная новизна и практическая ценность, приведен перечень основных положений, выносимых на защиту.

В первой главе приведен обзор литературы, касающейся применения геоинформационных технологий в области наук о растительном покрове, дается классификация геоинформационных систем (ГИС), рассмотрена их функциональная структура. Рассмотрены этапы выполнения проектов, основанных на ГИС и использующих геоинформационные технологии, в том числе для решения такого вопроса как восполнение недостающих данных.

Во второй главе приведена общая физико-географическая характеристика Западно-Казанского террасово-долинного района Среднего Поволжья, а так же более подробная характеристика рельефа, четвертичных отложений, почв, растительности и флоры Раифского участка Волжско-Камского Государственного Природного Заповедника (ВКГПЗ).

Ключевой особенностью территории района в целом, является то, что здесь проходит южная граница распространения елово-широколиственных лесов. В связи с этим исследуемая территория является удобным полигоном для изучения особенностей пространственного распределения бореальных и неморальных элементов, образующих флору этих лесов.

Раифский участок ВКГПЗ представляет собой наиболее сохранившийся участок естественного растительного покрова в пределах Татарстана. Особенности механического состава почво-грунтов, а так же разнообразие форм мезо- и микрорельефа создают мезоклиматические условия, соответствующие ландшафтам более северных территорий. С большим разнообразием местообитаний связано и высокое разнообразие флоры Раифы. Здесь отмечается около 730 видов сосудистых растений, что составляет примерно 45% флоры Республики Татарстан.

В главе 3 описываются фактические данные, используемые в работе. Исходным материалом явились данные о распространении сосудистых растений на территории Раифского участка ВКГПЗ. Сбор информации осуществлялся в ходе полевых описаний выбранных площадей с целью исследования флористического разнообразия, работы с картографическими, фондовыми и архивными материалами. В рамках экспедиционных исследований нами проводились описания пробных площадей размером 50 на 50 метров, с целью выявления флористического разнообразия. Все данные содержатся в банке информационной системы «Флора» экологического факультета КГУ. Всего использовалось 414 описаний. Для каждого описания приводится формула древостоя, описание подроста и подлеска, полный список видов травянистой растительности с указанием обилия видов по трехбалльной шкале (1-присутствует, 2-содоминант, 3-доминант), привязка в Гауссовой картографической системе координат (Пулково, 1942).

Глава 4 посвящена вопросам типологического выделения флористических комплексов. В разделе 4.1 приводятся определения флористических комплексов разных авторов. А также дается собственная трактовка флористического комплекса как единой пространственно-временной системы, характеризующейся определенным типом сочетания видов растений. Ближе всего к этому определению понятие флоротопологического комплекса в трактовке его Г.В. Вынаевым (1987) как «парциальной флоры микрорекотопов и фаций». В разделе 4.2 приведен обзор методов, позволяющих выделять однородные группы видов. В том числе методы Браун-Бланке по выявлению и использованию комбинаций характерных и дифференциальных видов, метод корреляционных плед П.В. Терентьева, метод дендритов, основанный на теории графов, метод иерархической классификации видов растений по их встречаемости с использованием мер Дайса-Брея. Отдельно рассмотрена группа статистических методов, объединенных под общим названием «кластерный анализ».

В разделе 4.3 приведена методика разделения всей имеющейся совокупности видов на группы по их эколого-ценотическим признакам. Такое разделение было проведено на первом этапе экспертно. При этом выделили две группы: неморальную, включающую виды широколиственных лесов, и бореальную, включающую виды хвойных таежных лесов. На втором этапе была поставлена задача аналитического разделения всей совокупности видов на группы. Она была решена при помощи иерархического кластерного анализа с использованием дендрограмм (рис. 1).

В качестве меры сходства при построении дендрограмм применена величина (Linkage Distance) равная 1-г (коэффициент парной корреляции). Анализу подверглись все виды списка, причем в двух вариациях: с учетом обилия на пробных площадях и без него. И в том и в другом случае, из всей совокупности видов, встречаемых на исследуемой территории, выделяются две группы, сочетание видов внутри которых устойчиво повторяется во времени и

пространстве. Можно считать, что это два типа флористических комплексов, называемых нами неморальным и бореальным.

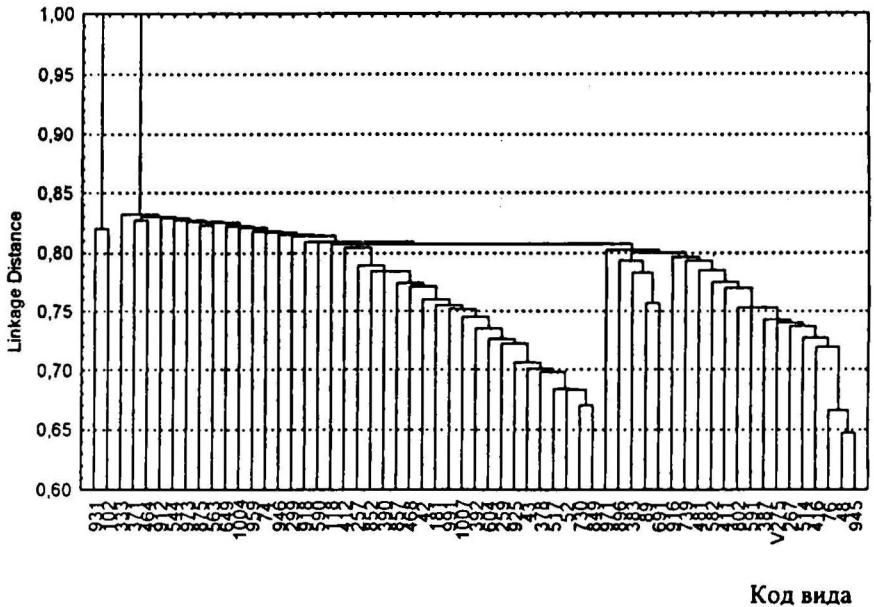


Рис. 1. Фрагмент дендрограммы, построенной для всех видов списка с учетом обилия.

Анализ полученных дендрограмм показывает, что флористически комплексы более однородны, чем ценотически, т. к. при учете обилия видов бореальный комплекс внутри себя распадается на ряд группировок. Неморальный комплекс более однороден и более прост: содержит меньшее количество видов и при учете их обилия не распадается на группировки.

Раздел 4.4 посвящен описанию процедуры отбора диагностических видов. Первоначально такой отбор так же был проведен экспертно, а затем аналитически. Основные требования, предъявляемые к диагностическим видам следующие: их сочетание должно быть закономерно, повторяемо и уникально для комплекса. Поэтому отделение их в группу при построении дендрограмм должно быть четким и происходить при достаточно высоком пороге.

Для отбора диагностических видов был проведен кластерный иерархический анализ при помощи дендрограмм видов списка, отдельно по ярусам: древостой (совместно первый и второй ярус), подлесок и травостой (куда включен и кустарничковый ярус). В результате выявляется, что в качестве диагностических наиболее надежно могут использоваться виды травянистого яруса. Взяв пересечение списков видов, отобранных экспертно и аналитически как с учетом обилия, так и без него получили список диагностических видов для каждого из комплексов. Бореальный комплекс: *Vaccinium myrtillus* L., *Vaccinium vitis-idaea* L., *Solidago virgaurea* L., *Melampyrum pratense* L., *Orthilia secunda* (L.) House, *Lusula pilosa* (L.) Willd., *Majanthemum bifolium* L., *Polygonatum odoratum* (Mill.) Druce; неморальный комплекс: *Pulmonaria obscura* Dumort., *Ranunculus cassubicus* L., *Asarum europaeum* L., *Dryopteris filix-mas* (L.) Schott.

При моделировании распространения отдельных видов, слагающих тот или иной комплекс, приходится решать задачу восполнения данных на территорию, не охваченную фактическим материалом. В разделе 4.5 описаны подходы и методы, позволяющие решать подобные задачи. Решающим при этом оказывается выбор метода моделирования, а так же конкретных параметров модели. Для решения таких задач существует три принципиальных подхода: первый состоит в экспертном дополнении данных, второй — в использовании методов математической интерполяции и экстраполяции (чаще всего на основе триангуляции Делоне), и третий в использовании методов типа крингнга, предполагающих использование дополнительных знаний, а именно статистических характеристик, таких как пространственная автокорреляция данного вида и пространственная корреляция данного вида с другими видами растений и условиями среды обитания. Последний из методов наиболее сложный, но и дающий лучшие результаты, поэтому нами был использован именно он.

Исследование закономерностей распределения видов на данной территории производилось при помощи методов геостатистики, технически реализованное в программах VarioWin (программы разработаны в институте минералогии и Петрографии Университета Лозанны, Швейцария; Yvan Pannatier, 1994).

Геостатистический анализ, описанный в разделе 4.6 данной работы, заключался в построении вариограммы и исследовании явлений анизотропии в изучаемом явлении.

Наилучшей теоретической моделью вариограммы, соответствующей экспериментальным данным оказалась гауссова модель. Однако, при моделировании пространственного распределения видов она из-за своей неустойчивости не дает хороших результатов. Это наглядно иллюстрирует рис. 2. Сферическая модель менее соответствует экспериментальным данным, но при моделировании дает лучшие результаты (рис. 2).

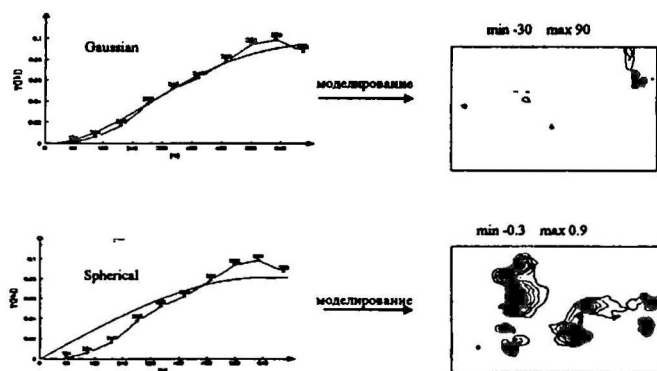


Рис. 2 Определение закона распространения отдельных видов на примере *Vaccinium myrtillus* L.

Одним из параметров, определяемым при вариограммном анализе, является эффект самородка. Модельная кривая всегда проходит через начало координат, в то время как фактическая может пересекать ось ОУ в точках со значениями, отличными от нуля. Значение, на которое необходимо поднять модельную

кривую, и будет значением эффекта самородка. По смыслу эта величина той доли дисперсии, которую нельзя объяснить свойствами выборки, она заложена в природе самого моделируемого объекта. При первичном построении кривых для всех видов величина эта оказалась довольно большой. Снижение этой величины возможно при изъятии выбросов, т.е. точек, которые находятся далеко за доверительным интервалом распределения. Точки, формирующие выбросы, расположены как правило в периферийных частях комплексов («коридорах»). Изъятие этих точек из обработки снижает значение эффекта самородка до нуля для всех моделируемых видов. Это свидетельствует о том, что распределение видов моделируется тем хуже, чем дальше они расположены от центра «своего» комплекса. Этот вывод имеет следствие: наилучшим образом моделируются «ядра» комплексов, периферийные их части менее типичны.

Среди отобранных диагностических видов для каждого из комплексов есть виды, распространение которых, в силу своих биологических особенностей, моделируется хорошо. Они могут служить основой для топологического выделения комплекса и могут заменить собой остальные.

Глава 5 посвящена вопросам топологического выделения флористических комплексов. При топологическом выделении комплексов предлагается пользоваться методами флористического районирования, которые рассмотрены в разделе 5.1. Для флористического районирования наиболее часто используются методы, которые можно объединить в 3 группы:

количественные методы, метод сгущения ареалов и методы, основанные на принципе эндемизма.

Количественные методы весьма привлекательны, поскольку минимизируют элемент субъективности при выделении, однако они отличаются некоторой формализованностью и "неразборчивостью". К тому же, использование для районирования количественных показателей предполагает детальную и весьма



достоверную изученность территории, а ошибки в исходном материале приводят к сильному искажению результатов.

Методы же, основанные на принципе эндемизма, используются большей частью при мелкомасштабном районировании, тогда как задача в рассматриваемом исследовании состоит в выделении флористических комплексов на небольшой территории. Поэтому для решения поставленных задач был выбран метод сгущения и наложения границ ареалов.

Основной задачей при топологическом выделении каких-либо единиц оценки является проведение на местности их границ. Эти трудности обусловлены мировоззренческими предпосылками видеть объекты в законченном виде, четко очерченными. При противоположном, континуальном подходе, полагая, что никакие объекты не имеют резких контуров, а всегда существует “зона объективной неопределенности”, эти трудности в значительной мере снимаются. Однако для выделения такой зоны необходимо знание внутренней структуры объектов. Поэтому, основной идеей дальнейшей работы является использование всей имеющейся информации для выявления внутренней пространственной структуры выделяемых классов, для чего были использованы методы нечеткой логики, описанные в разделе 5.2. Вместо однозначного ответа ДА/НЕТ на вопрос о принадлежности конкретной точки пространства определенному классу предполагается получить некоторую оценку «степени» такой принадлежности. Поскольку мы в этом случае имеем дело с конкретной ситуацией, а не с вероятностями, то наиболее подходящим аппаратом для такой оценки является аппарат нечетких множеств и нечеткой логики.

Решение задачи осуществлялось в три этапа:

1. Генерация выборок. Из базы данных, содержащей среди других сведений данные о координатах тестовых площадок, названиях видов и сведений об их обилии были сделаны выборки.

2. Для каждого вида указанным выше методом были построены растровые модели их обилия для всей территории.
3. Для каждого класса (неморальный и бореальный), рассматриваемых как нечеткие множества, были вычислены нечеткие характеристические функции. Эти функции были представлены в виде карт для анализа и сопоставления с другими видами электронных карт.

Для создания базы данных использовалась система FoxPro, для моделирования распространения отдельных видов с учетом их обилия и визуализации — программа SURFER, для расчетов — программы, разработанные на экологическом факультете.

В главе 6 рассмотрены вопросы типологии и топологии выделенных комплексов. Раздел 6.1 посвящен вопросам типологического сравнения и также исследованию внутренней неоднородности комплексов.

Строго говоря, топологически каждый из типов комплексов должен был бы быть выделен по сумме ареалов (в пределах исследуемой территории) всех входящих в него видов. Однако предполагается, что комплекс может быть выделен по небольшой группе видов, определяемой в качестве диагностических.

Поэтому, рассмотрено три способа топологического выделения флористических комплексов: по сумме ареалов диагностических видов, отобранных экспертно, отобранных аналитически при помощи кластерного анализа, и по тем видам из состава диагностических, распространение которых наиболее адекватно моделируется. Далее в главе исследуется вопрос, насколько комплексы, выделенные этими тремя способами схожи между собой. Сравнение производилось при помощи коэффициента Серенсена-Чекановского, который был выбран в результате анализа поведения значений различных коэффициентов при разных уровнях «непохожести» объектов. Из результатов проведенного анализа следует, что комплексы, построенные по видам, распространение которых хорошо моделируется, адекватно отражают

флористическую ситуацию на исследуемой территории, лучше структурированы и ограничены. Карта-схема бореального комплекса представлена на рис. 3, карта-схема неморального комплекса — на рис. 4.

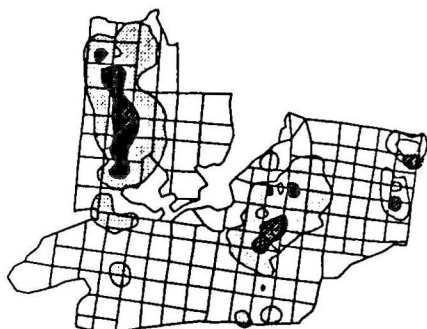


Рис. 3 Карта-схема бореальных комплексов

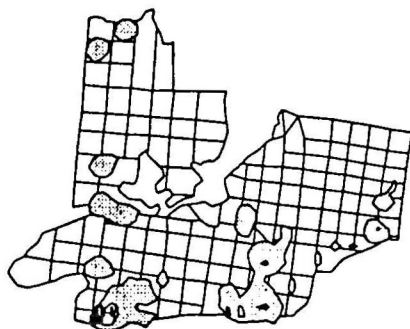


Рис. 4 Карта-схема неморальных комплексов

Каждый из комплексов разделен на уровни по сумме оценок обилия диагностических видов, нормализованной к 1. Соседние уровни отличаются на 0,1 балла.

При исследовании внутренней структуры комплексов путем сравнения всех уровней каждого топологически и типологически индивидуального комплекса между собой выявлено, что наивысшие значения мер сходства наблюдаются, как правило, для соседних уровней. Однако в каждом комплексе существуют два соседних уровня, мера сходства между которыми значительно ниже остальных. Можно считать, что в этом месте и происходит отделение «ядра» от периферии. Таким образом, комплекс неоднороден, имеются «ядро» и «периферийная» части. Комплексы, у которых отделение «ядра» от «периферии» происходит на одинаковых уровнях, мы называем синхронными, если же на разных — асинхронными.

Численное значение границы «ядра» и «коридора» индивидуально для каждого топологического проявления комплекса и отражает, по-видимому,

индивидуальные экологические особенности данной географической точки. Локальное распределение градиента влияет на состав флоры данной точки, что в свою очередь изменяет положение границы «ядра» и «коридора» (Рис. 3).

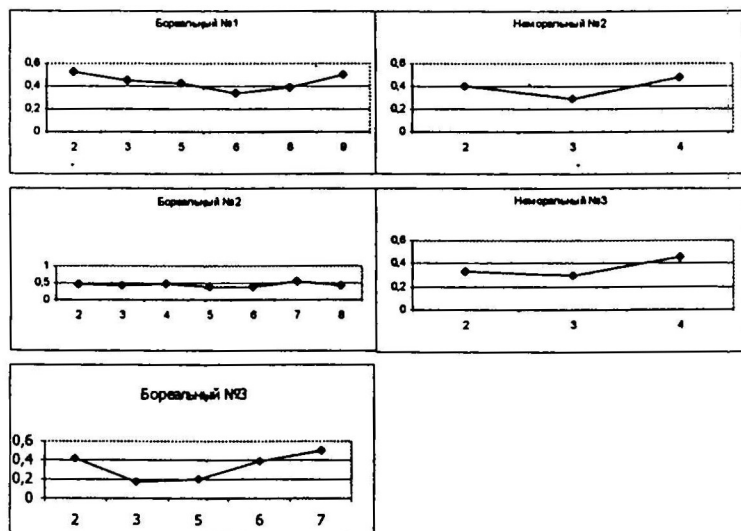


Рис. 3 Изменение значений коэффициента сходства для соседних уровней для отдельных комплексов. (по оси X — номера уровней, по оси Y — значения коэффициентов сходства)

Это доказывается тем, что степень сходства различных топологических проявлений одного типа комплекса не зависит от расстояния между ними, а зависит от синхронности или асинхронности численного значения границы «ядра» и «коридора».

Т.е. «ядра» комплексов одного типа расположенных далеко, но синхронных, более похожи, чем «ядра» комплексов одного типа, расположенных близко, но асинхронных.

В разделе 6.2 проведено сравнение с другими видами карт.

Одной из идей данной работы являлась идея возможности определения границ геосистем посредством топологического выделения флористических

комплексов. Завершающим этапом явилось сравнение полученных карт комплексов с другими видами карт, составленных на эту же территорию (карта растительности В.С.Порфирьева (1968, С. 101), инвентаризационная карта формационного состава растительности и ландшафтная карта.

Анализируя распределение различных типов комплексов по формациям, приходим к выводу, что границы выделенных комплексов не совпадают с границами формаций, выделенных по физиономическому признаку — доминанту древостоя. Наблюдается некоторая зависимость между типом комплекса и типом леса: в бореальных комплексах преобладают сосняки, в неморальных — липняки. Интересной деталью является и то, что контура вторичных формаций (березняков), а также луговой растительности в равной степени входят как в бореальные, так и в неморальные комплексы. Это еще раз подтверждает тезис о том, что смена доминанта древостоя не ведет к смене всего комплекса видов, поэтому вторичные формации также могут обеспечивать охрану флористического разнообразия и при отсутствии антропогенного воздействия на их месте возможно восстановление исходных коренных формаций.

Сравнительный анализ с картой типов леса, составленной В.С.Порфирьевым (1968), показал, что прослеживается довольно четкая тенденция соответствия типа комплекса циклам серий ассоциаций по В.С.Порфирьеву. Циклы серий характеризуют различные типы местообитаний, поэтому можно говорить о том, что флористические комплексы характеризуют комплекс экологических факторов.

Чтобы более подробно исследовать этот тезис, проводился сравнительный анализ с ландшафтной картой. Он показал, что границы выделенных комплексов наилучшим образом совпадают с границами ландшафтных единиц ранга урочищ, хотя урочища и флористические комплексы выделены на основе разных подходов и при использовании различных методик.

Было бы интересно исследовать вопрос, является ли такое совпадение случайным и свойственным только этой территории, или оно является закономерным и повторяется повсеместно, и в связи с этим исследовать возможность выделения единиц ландшафта по флористическим комплексам и наоборот, флористических комплексов по единицам ландшафтов. Развитие работы в этом направлении, по нашему мнению, могло бы дать весьма полезные результаты.

Открытым остается вопрос и о причинах неоднородности внутри комплекса: причина возникновения "ядра" и "коридора". Возможно, что комплекс в целом характеризует определенный тип геосистемы, а центры комплексов — наиболее устойчивые ее части, поскольку именно эти части претерпели наименьшие изменения и в большей степени сохранили набор видов, свойственный коренным сообществам.

### Выводы

На основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1. Применяемая методика, в основе которой лежит метод совмещения и наложения границ ареалов диагностических видов, позволяет выделять при крупномасштабных исследованиях пространственные единицы флор — флористические комплексы. При этом в процессе отбора диагностических видов существенным оказывается не только их верность комплексу, но и то, насколько хорошо поддается моделированию распространение этих видов.
2. Использование методов геостатистики, таких как построение вариограммы и исследование явлений анизотропии в изучаемом явлении, позволяют определить параметры моделирования диагностических видов и отобрать из них те, распространение которых моделируется хорошо. Флористические комплексы, выделенные по этим видам, адекватно отражают флористическую ситуацию на исследуемой территории и наиболее хорошо структурированы.

1792 27070  
- 1210-03 40905  
11.11.03

3. При топологическом выделении комплексов хорошие результаты дает применение методов нечеткой логики и нечетких множеств, поскольку позволяет выявлять их внутреннюю пространственную структуру. Существенным так же оказывается выбор метода моделирования недостающих данных по распространению отдельных видов. Наилучшие результаты достигаются при применении методов типа кригинга.
4. Внутри себя флористические комплексы структурированы, имеется «ядро» и «коридор». Численное значение границы «ядра» и «коридора» индивидуально для каждого топологического проявления комплекса и отражает индивидуальные экологические особенности данной географической точки, поскольку локальное распределение градиента различных факторов влияет на состав флоры данной точки, что в свою очередь изменяет положение границы «ядра» и «коридора».
5. Сравнительный анализ выделенных флористических комплексов с картами растительности составленными на исследуемую территорию показал, что границы выделенных комплексов не совпадают с границами формаций, выделенных по физиономическому признаку — доминанту древостоя. Наблюдается лишь некоторая зависимость между типом леса и типом комплекса: в бореальных комплексах преобладают сосняки, в неморальных — липняки. С другой стороны, прослеживается соответствие типа комплекса циклам серий ассоциаций (по В.С. Порфирьеву).

Флористические комплексы соответствуют определенным ландшафтным единицам. Их границы хорошо совпадают с границами урочищ и могут использоваться для уточнения границ геосистем топологического уровня. «Ядра» флористических комплексов, по-видимому, соответствуют наиболее устойчивым участкам в пределах данных геосистем и могут рассматриваться как наиболее ценные участки территории, рекомендуемые для абсолютного заповедования.

1792 101203  
- 1210-03  
1792 27070

Список работ, опубликованных по теме диссертации:

1. Распространение охраняемых видов растений в условиях казанского региона, на примере семейства орхидных // Материалы I Республиканской научной конференции: "Актуальные экологические проблемы Республики Татарстан." Казань 1995, Мин. Охраны окружающей среды и природных ресурсов РТ, ЭФРТ, с.69-70. (Соавторы Рогова Т.В., Фардеева М.Б.)
2. Выделение флористических комплексов как один из возможных инструментов определения границ геосистем // Современная география и окружающая среда. Всероссийская научная конференция секция - геоэкология 24-26 сентября 1996 г. Тезисы докладов. Изд-во Казанского ун-та, 1996 с.40-42. (Соавторы Рогова Т.В., Савельев А.А.)
3. Флористическая база данных в геоинформационных системах многоцелевого использования. //Компьютерные базы данных в ботанических исследованиях. С-Петербург, 20-22 мая 1997 года, ботанический институт РАН, Тезисы докладов. — С.41. (Соавторы Рогова Т.В., Прохоров В.Е)
4. Картографирование распространения видов растений средствами геоэкологического моделирования.//Современные проблемы ботанической географии, картографии, геоботаники, экологии. Межд. Конф. К 100-летию со дня рож. Е.М. Лавренко.— С-Петербург.—2000.—С. 49. (Соавтор Рогова Т.В.)
5. Изучение динамики растительного покрова на заповедных территориях средствами ГИС. — Юбилейный сборник ВКГПЗ, 2000, — 20с., в печати. (Соавторы Рогова Т.В., Савельев А.А., Шайхутдинова Г.А.)
6. Ландшафтно-экологическое картирование флористических комплексов средствами ГИС.—Материалы V рабочего совещания по сравнительной флористике, Удмуртский государственный университет, 1998 — 16 с., в печати. (Соавторы Рогова Т.В., Савельев А.А.)